

Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Kelompok untuk Seleksi Proposal Penelitian Hibah Bersaing (Studi Kasus: UPT P2M Politeknik Negeri Malang)

*Design and Implementation a Group Decision Support System
for Selecting of the Competitive Grant Research Proposals
(Case Study: UPT P2M of the State Polytechnics, Malang)*

Rudy Ariyanto ^{*1}, Azhari ²

¹, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Malang

²Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta e-mail:

^{*1}ariyantorudy@polinema.ac.id, ²arisan@ugm.ac.id

Abstrak

Unit Pelaksana Teknis Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPT P2M) Politeknik Negeri Malang (Polinema) adalah unit yang berfungsi menyelenggarakan Penelitian Hibah Bersaing (PHB) secara mandiri. Tahapan pelaksanaan didalam pengelolaan PHB meliputi selektif administratif dan penilaian proposal oleh tim evaluator yang telah tersertifikasi oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DP2M) Pendidikan Tinggi (Dikti). Keterbatasan UPT P2M Polinema adalah belum tersedianya tim evaluator yang diakui oleh Dikti sehingga membutuhkan model evaluasi yang dapat menghilangkan keterbatasan waktu, lokasi serta dapat mengkolaborasikan hasil penilaian tim evaluator.

Sistem Pendukung Keputusan Kelompok sebagai solusi permasalahan yang dihadapi oleh UPT P2M Polinema dikembangkan menggunakan metode Fuzzy AHP (FAHP) dan Fuzzy Multi Criteria Decision Making (FMCDM). Metode FAHP diterapkan dalam pemilihan dan penentuan bobot kriteria, sementara FMCDM digunakan dalam penilaian proposal, sintesa bobot dengan nilai proposal untuk setiap kriteria serta penentuan peringkat proposal.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengambilan keputusan dengan menggunakan metode FAHP, dan FMCDM terbukti dapat menghasilkan peringkat alternatif dan kepastian diterima atau ditolaknya proposal PHB yang diajukan oleh peneliti.

Kata kunci: Sistem Pendukung Keputusan Kelompok, FAHP, FMCDM

Abstract

Research and Community Service (RCS) of state Polytechnic of Malang is a unit that functions to hold Competition Research Grant (CRG) independently. There are some stages that have to be passed to manage CRG. The Stages comprise administration selection and proposal evaluation by a certified team. The team assigned must have certification from the Directorate of Research and Community Service of Higher education Directorate. RCS faces some obstacles, one of which is an evaluation that is recognized by Higher Education team Directorate hasn't been available yet. Therefore, an evaluation model that is able to reduce time constraints, location and able to collaborate the evaluation result is required.

Group Decision Support System (GDSS) is a solution towards RCS problem it can be developed using Fuzzy AHP (FAHP) and FMCDM methods. FAHP methods is applied in select and determined the criteria quality, while FMCDM is used in evaluating proposal, syntethesis quality with the proposal score for each criteria and determining the rank of proposal.

The testing result show that Decision Support system using FAHP and FMCDM method is able to result alternative rank and whether a CRG proposal is accepted or refused

Keywords: Group Decision Support System, FAHP, FMCDM

1. Pendahuluan

Politeknik Negeri Malang (Polinema) merupakan salah satu penyelenggara pendidikan tinggi yang diberi kepercayaan untuk melaksanakan pola pengelolaan hibah penelitian secara mandiri. Program hibah penelitian Dikti di lingkungan Polinema yang di kelola oleh Unit Pelaksana Teknis Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPT P2M), antara lain: Penelitian Hibah Bersaing (PHB), Penelitian Strategis Nasional (PSN), Penelitian Fundamental dan Penelitian Kerja Sama Antar Perguruan Tinggi (PEKERTI).

Secara umum proses pola pengelolaan hibah penelitian yang berlaku saat ini terbagai dalam beberapa tahapan, pada setiap tahap pelaksanaan UPT P2M mengacu kepada ketentuan yang telah ditetapkan oleh DP2M Dikti. Pada tahap pertama UPT P2M akan melakukan seleksi administratif untuk setiap proposal penelitian yang diajukan, jika proposal belum memenuhi syarat administratif maka proposal akan dikembalikan ke pengusul untuk di lengkapi. Setelah dinyatakan lolos tahap pertama selanjutnya proposal akan dikirimkan kepada tim penilai (peer review, evaluator) yang direkomendasikan oleh DP2M Dikti. Hasil evaluasi dari tim penilai digunakan sebagai dasar untuk menyatakan diterima atau ditolaknya proposal penelitian. Pada tahap akhir pihak UPT P2M akan mengumumkan proposal yang diterima sesuai jumlah kuota proposal.

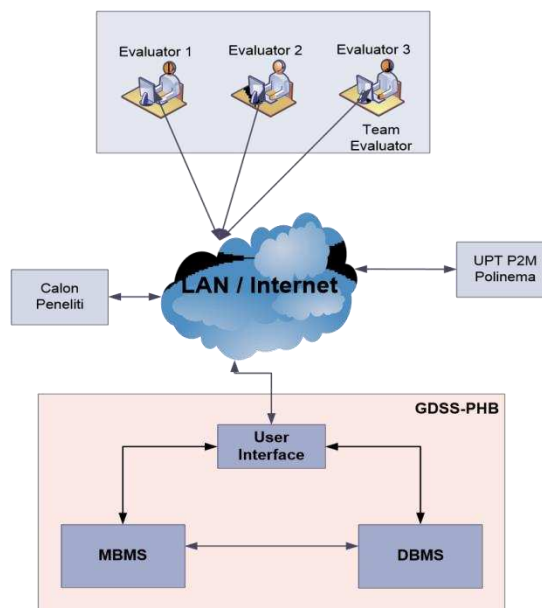
Pada tahap seleksi administratif muncul permasalahan terkait dengan efisiensi dan efektifitas pengelolaan penilaian administratif proposal oleh staff UPT P2M. Sementara pada proses penentuan bobot dan evaluasi proposal oleh beberapa evaluator muncul beberapa kendala diantaranya: subjektivitas penilaian bobot kriteria dan sub kriteria, ambiguitas proses evaluasi proposal, kecepatan dan ketepatan agregasi antara bobot kriteria dan hasil evaluasi untuk mendapatkan prioritas proposal PHB. Sementara pada peneliti dibutuhkan penyampaian hasil prioritas proposal PHB yang akurat, interaktif dan dinamis. Untuk mengatasi permasalahan tersebut salah satu alternatif yang diusulkan dalam penelitian ini adalah melakukan pembobotan kriteria dan evaluasi proposal menggunakan komputer, media jaringan dan sistem pendukung keputusan kelompok/ Group Decision Support System (GDSS).

Dalam penelitian ini akan dilakukan rancang bangun GDSS untuk seleksi proposal PHB. Proses diawali dengan seleksi administratif, penentuan bobot kriteria menggunakan metode FAHP, evaluasi proposal dan penentuan nilai sintesa proposal menggunakan metode FMCDM, agregasi hasil akhir nilai sintesa proposal tim evaluator untuk menentukan peringkat proposal PHB dan diakhiri penentuan proposal PHB yang lolos atau tidak lolos seleksi.

2. Metode Penelitian

2.1 Analisis Sistem

Sistem yang dirancang dan dibangun dalam penelitian ini adalah Sistem Pendukung Keputusan Kelompok (*Group Decision Support System* - GDSS) untuk mendukung UPT P2M Polinema menyeleksi proposal Penelitian Hibah Bersaing (PHB). Proses awal yang dilakukan adalah seleksi administratif berkas proposal PHB oleh staf administrasi UPT P2M, apakah berkas proposal yang diajukan oleh peneliti sesuai dengan ketentuan (persyaratan) atau tidak. Apabila berkas yang dikirim tidak sesuai dengan persyaratan secara administratif maka pihak UPT P2M akan memberikan kesempatan kepada peneliti untuk memperbaiki, selanjutnya untuk berkas yang sesuai akan di proses pada tahap Evaluasi. Tahap pertama adalah Pembobotan, pada tahap ini dilakukan penentuan bobot untuk masing-masing kriteria oleh evaluator yang ditunjuk oleh ketua UPT P2M. Apabila nilai bobot dari masing-masing evaluator telah ditentukan maka selanjutnya team evaluator akan memberikan Penilaian terhadap masing-masing proposal PHB. Setelah diperoleh nilai bobot dan nilai evaluasi proposal pada tahap akhir akan dilakukan Perangkingan Proposal PHB. Dari hasil perangkingan proposal akan ditentukan proposal yang didanai oleh UPT P2M sesuai dengan urutan dan kuota dana yang dialokasikan oleh DP2M Dikti.



Gambar 1. Arsitektur Sistem Evaluasi Proposal Penelitian PHB

2.2 Arsitektur Sistem

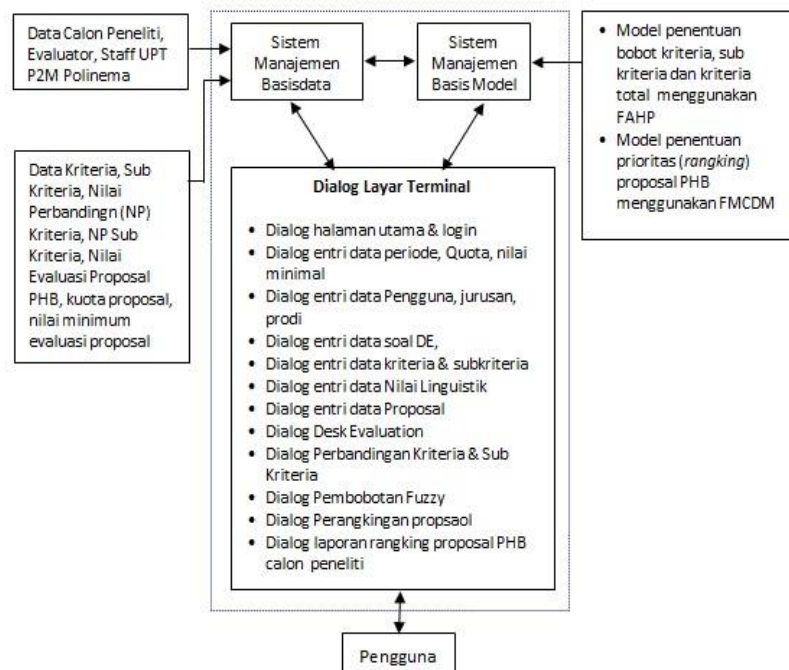
Arsitektur sistem GDSS untuk program hibah penelitian (GDSS-PHB) yang hendak dibangun diperlihatkan pada Gambar 1. Calon Peneliti berkewajiban mengisi form administratif dan mengirimkan file proposal yang diusulkan. UPT P2M Polinema berfungsi sebagai admin sistem dan penyeleksi administratif proposal. Peer review adalah tim evaluator proposal penelitian hibah yang telah tersertifikasi oleh DP2M Ditjen Dikti. Setiap pengguna GDSS-PHB di hubungan dengan model sistem GDSS-PHB melalui jaringan internet atau Local Area Network (LAN). Model sistem GDSS-PHB

yang dikembangkan terdiri dari User Interface, Model Base Management System (MBMS), Data Base Management System (DBMS) dan basis pengetahuan yang terdiri dari beberapa metode diantanya Fuzzy AHP, Geometric Mean dan Fuzzy Multi Criteria Decision Making (FMCDM).

2.3 Rancangan Model Sistem Seleksi Proposal Penelitian PHB

Rancangan model digunakan untuk membangun sistem yang mampu memproses beberapa elemen penilaian proposal penelitian PHB yang diajukan melalui serangkaian perhitungan sehingga didapatkan nilai dari masing-masing alternatif. Hasil penilaian setiap alternatif proposal penelitian PHB akan memberikan rekomendasi kepada UPT P2M Polinema sebagai bahan pertimbangan utama dalam menentukan proposal penelitian yang layak untuk didanai oleh institusi.

Komponen sistem pendukung keputusan dapat dilihat pada Gambar 2 yaitu sub sistem manajemen basis data, sub sistem basis model, sub sistem berbasis pengetahuan, sub sistem dialog layar terminal (user interface).



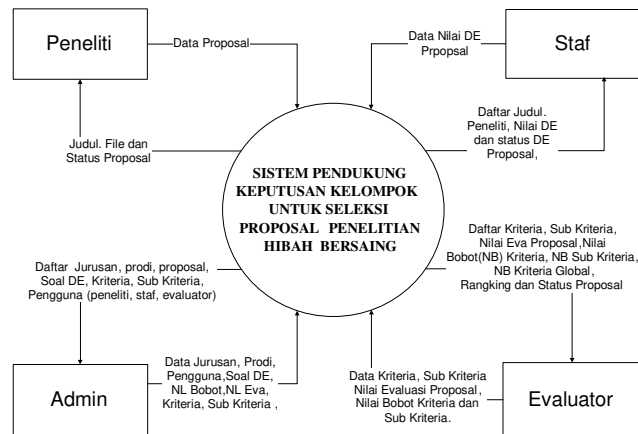
Gambar 2. Model SPKK seleksi proposal PHB

2.4 Rancangan Data Flow Diagram (DFD)

Data Flow Diagram dalam bentuk Diagram Konteks untuk menjelaskan hubungan sistem dengan lingkungan atau entitas luarnya. Diagram konteks yang menggambarkan level tertinggi dari sistem seleksi proposal PHB diperlihatkan pada Gambar 3. Peran setiap entitas dari sistem dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Admin adalah user yang mempunyai hak mengelola data staff UPT P2M, calon peneliti, evaluator, dan menginputkan data master berupa jurusan, program studi, periode, kuota, nilai minimal, soal DE, kriteria, nilai variabel linguistik.
2. Staff adalah user yang mempunyai hak untuk melakukan seleksi administratif terhadap proposal PHB yang diajukan calon peneliti.

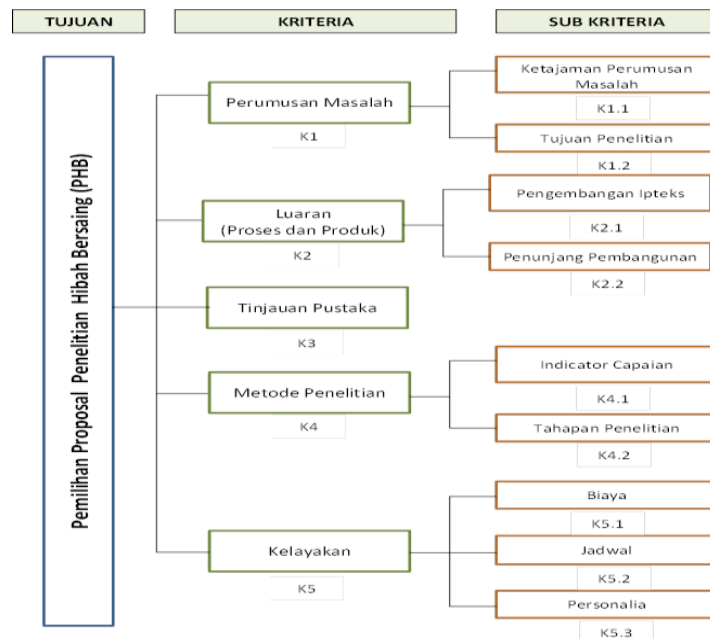
3. Peneliti adalah user yang menginputkan data tentang proposal penelitian hibah bersaing yang diajukan.
4. Evaluator adalah user yang mempunyai hak untuk memberikan nilai bobot kriteria, dan mengevaluasi proposal penelitian hibah bersaing.



Gambar 3. Diagram konteks seleksi proposal penelitian hibah bersaing

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian fungsi GDSS untuk seleksi proposal penelitian PHB dilakukan melalui beberapa tahapan: pertama pengujian pada proses pembobotan masing-masing kriteria, kedua pada proses evaluasi proposal dan ketiga pada proses penentuan proposal penelitian PHB..



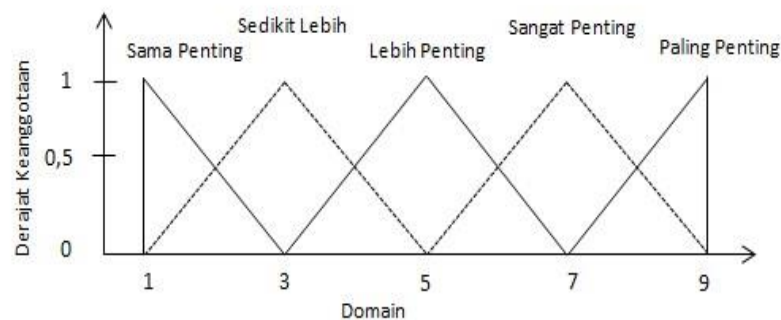
Gambar 4. Struktur Hirarki Kriteria dan Sub Kriteria Pemilihan Proposal PHB

3.1 Pengujian penentuan bobot kriteria menggunakan Fuzzy AHP

Fuzzy Analytical Hierarchycal Process (FAHP) merupakan pengembangan metode AHP dalam sistem pengambilan keputusan. Kelebihan menggunakan metode AHP dalam pengampilan keputusan adalah kemampuannya dalam menangkap pengetahuan pengambil keputusan, namun demikian metode AHP konvensional belum mampu merefleksikan bagaimana pengambil keputusan berfikir (Karahman, 2008). Pada persoalan pengambilan keputusan dengan AHP pada umumnya kriteria dan input bersifat tidak tentu dan tidak tepat. Selanjutnya para peneliti mengembangkan sebuah metode yang megabungkan teori fuzzy dengan AHP yang dikenal sebagai FAHP sebagai upaya untuk mengurangi kelemahan yang dimiliki oleh AHP dalam permasalahan pengambilan keputusan (Chen, 2005).

Prosedur untuk menentukan evaluasi bobot kriteria dengan FAHP dapat diterangkan sebagai berikut (2011) :

1. Mendekomposisi permasalahan kedalam sebuah struktur hirarki yang dimulai dari level paling atas berupa tujuan, dilanjutkan kriteria dan sub kriteria, dan diakhiri dengan alternatif-alternatif keputusan seperti diperlihatkan pada Gambar 4.
2. Menyusun matrix perbandingan berpasangan diantara semua elemen kriteria dalam dimensi sistem hirarki berdasarkan penilaian dengan variabel linguistik.



Gambar 5 Fungsi Keanggotaan Variabel Linguistik

Hsieh, dkk., (2004) menjelaskan variabel linguistik yang digunakan untuk bilangan fuzzy triangular diperlihatkan pada Gambar 4. Fungsi keanggotaan untuk setiap variabel linguistik TFN dijelaskan pada Tabel 1. dan Tabel 2.. Setiap fungsi keanggotaan (skala bilangan fuzzy) didefinisikan oleh tiga parameter TFN simetris, titik kiri, titik tengah, titik kanan pada interval dimana fungsi tersebut didefinisikan.

Tabel 1. Fungsi Keanggotaan Skala Linguistik

Bilangan Fuzzy	Skala Linguistik	Skala Bilangan Fuzzy
$\tilde{1}$	Sama Penting (SP)	(1,1,3)
$\tilde{3}$	Sedikit Lebih Penting (SLP)	(1,3,5)
$\tilde{5}$	Lebih Penting (LP)	(3,5,7)
$\tilde{7}$	Sangat Penting (SgP)	(5,7,9)
$\tilde{9}$	Paling Penting (PP)	(7,9,9)

Jika perbandingan dua kriteria tidak memenuhi skala diatas tetapi merupakan kebalikannya, maka digunakan inversi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Fungsi Keanggotaan Skala Linguistik Inversi

Bilangan Fuzzy	Skala Linguistik Inversi	Skala Bilangan Fuzzy
$\tilde{1}^{-1}$	Sama Tidak Penting (STP)	(1/3,1,1)
$\tilde{3}^{-1}$	Sedikit Lebih Tidak Penting (SLTP)	(1/5,1/3,1)
$\tilde{5}^{-1}$	Lebih Tidak Penting (LTP)	(1/7,1/5,1/3)
$\tilde{7}^{-1}$	Sangat Tidak Penting (SgTP)	(1/9,1/7,1/5)
$\tilde{9}^{-1}$	Paling Tidak Penting (PTP)	(1/9,1/9,1/7)

Membuat matrik perbandingan berpasangan diantara kriteria dalam dimensi sistem hirarki. Matrik perbandingan berpasangan A adalah matrik yang elemennya merupakan hasil penilaian tingkat kepentingan antara satu kriteria dengan kriteria yang lain, antara satu sub kriteria dengan sub kriteria yang lain. Bentuk matrik perbandingan berpasangan dinyatakan oleh:

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ 1/\tilde{a}_{12} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1/\tilde{a}_{1n} & 1/\tilde{a}_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Hasil matrik perbandingan berpasangan untuk setiap kriteria yang telah dipilih evaluator 1 diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Matrik perbandingan berpasangan dari evaluator 1

Kriteria	K1	K2	K3
K1	1	SP	SLTP
K2	STP	1	SgP
K3	SLP	SgTP	1

Evaluator 2 kriteria yang dipilih meliputi K2 (luaran), K3 (tinjauan pustaka), K4 (metode penelitian) dan K5 (kelayakan). Kriteria yang dipilih oleh evaluator 3 meliputi K1 (perumusan masalah), K2 (luaran), K3 (tinjauan pustaka), K4 (metode penelitian), dan K5 (kelayakan).

Data dalam bentuk variabel linguistik selanjutnya data dikonversikan ke bentuk bilangan fuzzy. Bilangan fuzzy yang digunakan adalah bilangan fuzzy triangular (*Triangular Fuzzy Number* atau TFN). Hasil matrik perbandingan berpasangan dalam bentuk TFN diperlihatkan pada Tabel 4 s.d. Tabel 6.

Tabel 4. Matrik fuzzy perbandingan berpasangan dari evaluator 1

Kriteria	K1	K2	K3
K1	(1;1;1)	(1;1;3)	(1/5;1/3;1)
K2	(1/3;1;1)	(1;1;1)	(5;7;9)
K3	(1,3,5)	(1/9;1/7;1/5)	(1;1;1)

Tabel 5. Matrik fuzzy perbandingan berpasangan dari evaluator 2

Kriteria	K2	K3	K4	K5
K2	(1;1;1)	(1/7;1/5;1/3)	(1/5;1/3;1)	(3,5,7)
K3	(3;5;7)	(1;1;1)	(5;7;9)	(7;9;9)
K4	(1;3;5)	(1/9;1/7;1/5)	(1,1,1)	(1;3;5)
K5	(1/7;1/5;1/3)	(1/9;1/9;1/7)	(1/5;1/3;1)	(1,1,1)

Tabel 6 Matrik fuzzy perbandingan berpasangan dari evaluator 3

Kriteria	K1	K2	K3	K4	K5
K1	(1;1;1)	(3;5;7)	(1;1;3)	(1;3;5)	(7;9;9)
K2	(1/7;1/5;1/3)	(1,1,1)	(1/5;1/3;1)	(5,7,9)	(1,1,3)
K3	(1/3;1;1)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,3)	(5,7,9)
K4	(1/5;1/3;1)	(1/9;1/7;1/5)	(1/3;1,1)	(1,1,1)	(1,1,3)
K5	(1/9;1/9;1/7)	(1/3;1;1)	(1/9;1/7;1/5)	(1/3,1,1)	(1,1,1)

4. Menghitung rata-rata tingkat kepentingan perbandingan berpasangan untuk setiap nilai bawah, nilai tengah dan nilai atas dari masing-masing evaluator. Perhitungan rata-rata tingkat kepentingan dengan *Geometri Mean* untuk evaluator 1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in})^{1/n} \quad \text{berikut:} \quad (2)$$

$$\tilde{r}_1 = (a_{11} \otimes a_{12} \otimes a_{13})^{1/3}$$

$$\tilde{r}_1 = ((1 \times 1 \times 0,2)^{1/3}; (1 \times 1 \times 0,33)^{1/3}; (1 \times 3 \times 1)^{1/3})$$

$$\tilde{r}_1 = (0,58 ; 0,69 ; 1,44)$$

Menggunakan cara yang sama, dapat diperoleh nilai \tilde{r}_i yang lain sebagai berikut:

$$\tilde{r}_2 = (1,19 ; 1,91 ; 2,08)$$

$$\tilde{r}_3 = (0,48 ; 0,75 ; 1,00)$$

5. Menghitung bobot fuzzy untuk setiap kriteria dari hasil penilaian dari masing-masing evaluator. Berdasarkan nilai \tilde{r}_i maka nilai bobot kriteria evaluator 1 dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\tilde{c}\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} \quad (4)$$

Proses perhitungan bobot untuk sebagai berikut:

$$\tilde{c}\tilde{w}_1 = r_1 \otimes (r_1 \oplus r_2 \oplus \dots \oplus r_n)^{-1}$$

$$\tilde{c}\tilde{w}_1 = (0,58 ; 0,69 ; 1,44) \otimes (1/(1,44 + 0,58 + 1,19 + 0,48))$$

$$\tilde{c}\tilde{w}_1 = (0,58 ; 0,69 ; 1,44) \otimes (1/4,52)$$

$$\tilde{c}\tilde{w}_1 = (0,58 \times 0,22 ; 0,69 \times 0,30 ; 1,44 \times 0,44)$$

$$\tilde{c}\tilde{w}_1 = (0,13 ; 0,21 ; 0,64)$$

dapat dijelaskan

Menggunakan cara yang sama maka bobot kriteria fuzzy evaluator 1 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\tilde{c}w_2 = (0,26 ; 0,57 ; 0,92)$$

$$\tilde{c}w_3 = (0,11 ; 0,22 ; 0,44)$$

6. Menghitung nilai crisp berupa *Best Nonfuzzy Performance* (BNP) menggunakan metode *center of area* (COA) yaitu menjumlahkan hasil perkalian antara rata-rata tingkat kepentingan dengan derajat keanggotaan kemudian dibagi dengan jumlah derajat keanggotaan. Proses perhitungan BNP untuk kriteria perumusan masalah (K1) hasil penilaian evaluator 1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$BNP_{w1} = [(Uw_1 - Lw_1) + (Mw_1 - Lw_1)]/3 + Lw_1 \quad (5)$$

$$BNP_{w1} = [(0,776 - 0,151) + (0,327 - 0,151)]/3 + 0,151$$

$$BNP_{w1} = 0,42$$

Hasil penilaian bobot fuzzy setiap kriteria dari evaluator 1 diperlihatkan pada Tabel 7. Sementara untuk evaluator 2 dan evaluator 3 diperlihatkan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 7. Hasil pembobotan Fuzzy AHP untuk setiap kriteria evaluator 1

Kriteria	Bobot Fuzzy Kriteria ($\tilde{c}w_i$)	Bobot Crips (BNP)
Perumusan Masalah	(0,13 ; 0,21 ; 0,64)	0,325
Luaran (proses dan produk)	(26 570, ; 0, ; 0,92)	0,585
Tinjauan Pustaka	(0,11 ; 0,22 ; 0,44)	0,258

Tabel 8. Hasil pembobotan Fuzzy AHP untuk setiap kriteria evaluator 2

Kriteria	Bobot Fuzzy Kriteria ($\tilde{c}w_i$)	Bobot Crips (BNP)
Luaran (proses dan produk)	(0,07 ; 0,12 ; 0,27)	0,153
Tinjauan Pustaka	(0,40 ; 0,67 ; 1,07)	0,711
Metode Penelitian	(0,07 ; 0,17 ; 0,33)	0,189
Kelayakan	(0,03 ; 0,05 ; 0,10)	0,059

Tabel 9 Hasil pembobotan Fuzzy AHP untuk setiap kriteria evaluator 3

Kriteria	Bobot Fuzzy Kriteria ($\tilde{c}w_i$)	Bobot Crips (BNP)
Perumusan Masalah	(0,19 ; 0,42 ; 0,92)	0,512
Luaran (proses dan produk)	(0,07 ; 0,14 ; 0,36)	0,190
Tinjauan Pustaka	(0,12 ; 0,29 ; 0,63)	0,344
Metode Penelitian	(0,04 ; 0,09 ; 0,21)	0,112
Kelayakan	(0,03 ; 0,07 ; 0,12)	0,071

7. Menghitung nilai bobot fuzzy sub kriteria ($\tilde{s}w_i$). Perhitungan nilai bobot fuzzy sub kriteria sama seperti pada perhitungan kriteria artinya persamaan yang digunakan di langkah 1 s.d 5 dapat digunakan dalam penentuan nilai bobot fuzzy sub kriteria. Hasil penilaian bobot fuzzy sub kriteria 1 s.d sub kriteria 5 untuk evaluator 1 diperlihatkan pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil pembobotan Fuzzy AHP untuk setiap Sub kriteria dari Evaluator 1

Sub Kriteria	Bobot Fuzzy Sub Kriteria (\tilde{sw}_i)
Perumusan Masalah	
- Ketajaman	(0,37 ; 0,50 ; 1,10)
- Tujuan Penelitian	(0,21 ; 0,50 ; 0,63)
Luaran (proses dan produk)	
- Penunjang Pembangunan	(0,10 ; 0,12 ; 0,17)
- Pengembangan Ipteks	(0,65 ; 0,88 ; 1,17)

8. Menghitung nilai bobot fuzzy kriteria total (\tilde{tw}_i). Bobot fuzzy kriteria total merupakan hasil perkalian antara bobot fuzzy kriteria (\tilde{cw}_i) dan bobot fuzzy sub kriteria (\tilde{sw}_i). Proses perhitungan bobot fuzzy kriteria total dari evaluator 1 dapat dijelaskan sebagai

$$\begin{aligned} \tilde{tw}_{11} &= ((0,13 ; 0,21 ; 0,64) \otimes (0,37 ; 0,50 ; 1,10)) \\ \tilde{tw}_{11} &= (0,13 \times 0,37 ; 0,21 \times 0,50 ; 0,64 \times 1,10) \\ (6) \quad \tilde{tw}_{11} &= (0,047 ; 0,103 ; 0,703) \end{aligned} \quad \begin{aligned} \tilde{tw}_{ij} &= \tilde{cw}_i \otimes \tilde{sw}_j \\ \tilde{tw}_{11} &= \tilde{cw}_1 \otimes \tilde{sw}_1 \end{aligned}$$

Selanjutnya bobot fuzzy kriteria total dikonversikan ke nilai tegas sesuai persamaan (5) Hasil akhir keseluruhan proses pembobotan menggunakan Fuzzy AHP baik untuk kriteria, sub kriteria dan bobot fuzzy kriteria total untuk evaluator 1, evaluator 2, evaluator 3 diperlihatkan pada Tabel 11. Peringkat bobot masing-masing kriteria dari setiap evaluator didapat dari nilai BNP. Hasil perhitungan BNP menunjukkan bahwa bobot kriteria tertinggi menurut evaluator 1 adalah tinjauan pustaka (K3). Hasil tersebut mencerminkan bahwa evaluator menempatkan kriteria perumusan masalah dengan tingkat kepentingan tertinggi dibanding kriteria yang lain.

Tabel 11. Nilai Bobot Kriteria Total Evaluator 1

Kriteria	Bobot Fuzzy Kriteria			Sub Kriteria	Bobot Fuzzy Total			Nilai Tegas
	l	m	u		l	m	u	
K1	0,129	0,206	0,641					
K1.1	0,366	0,500	1,098	SK11	0,047	0,103	0,703	0,285
K1.2	0,211	0,500	0,634	SK12	0,027	0,103	0,406	0,179
K2	0,262	0,569	0,924					
K2.1	0,096	0,123	0,174	SK21	0,025	0,070	0,161	0,085
K2.2	0,646	0,877	1,174	SK22	0,169	0,499	1,085	0,585
K3	0,106	0,224	0,444	SK31	0,106	0,224	0,444	0,258

3.2 Perhitungan Ranking Proposal PHB dengan FMCDM

Hsieh, dkk (2004) menjelaskan pada metode Fuzzy Multi Criteria Decision Making (FMCDM) terdapat 3 tahapan proses, yaitu *alternative measurement*, *fuzzy synthetic decision*, *ranking the alternatives*

3.2.1 Alternative Measurement

Penilaian proposal dilakukan oleh evaluator menggunakan variabel linguistik yang bobot preferensinya ditentukan UPT P2M. Penilaian evaluator menggunakan variabel linguistik dengan himpunan fuzzy, sementara data yang digunakan dari UPT P2M adalah data periode penelitian PHB tahun 2009 yang terdiri atas tujuh alternatif proposal PHB-1, PHB-2, PHB-3, PHB-4, PHB-5, PHB-6 dan PHB-7. Evaluator melakukan penilaian alternatif berdasarkan masing-masing kriteria total menggunakan variabel linguistik. Hasil penilaian proposal PHB1 dari evaluator 1, evaluator 2, dan evaluator 3 untuk setiap kriteria total diperlihatkan pada Tabel 11.

3.2.2 Fuzzy Synthetic Decision

Berdasarkan hasil pembobotan kriteria dengan FAHP yang disajikan pada Tabel 10 dan hasil penilaian setiap kriteria untuk proposal PHB1 dengan Fuzzy di Tabel 11 maka nilai performansi sintesa fuzzy untuk PHB1 menggunakan fuzzy synthetic decision (\tilde{R}_1) dapat di proses.

Tabel 11. Fungsi Keanggotaan Skala Linguistik untuk Penilaian Alternatif

Kriteria Total	Evaluator 1	Evaluator 2	Evaluator 3
K1.1 Ketajaman	Sangat Baik (SB) (80 ; 100 ; 100)		Baik (B) (60 ; 75 ; 90)
K1.2 Tujuan Penelitian	Baik (B) (60 ; 75 ; 90)		Baik (B) (60 ; 75 ; 90)
K2.1 Penunjang Pembangunan	Cukup (CK) (30 ; 50 ; 70)	Cukup (CK) (30 ; 50 ; 70)	Sangat Baik (SB) (80 ; 100 ; 100)
K2.2 Pengembangan Ipteks	Baik (B) (60 ; 75 ; 90)	Baik (B) (60 ; 75 ; 90)	Cukup (CK) (30 ; 50 ; 70)
K3 Tinjauan Pustaka	Cukup (CK) (30 ; 50 ; 70)	Baik (B) (60 ; 75 ; 90)	Baik (B) (60 ; 75 ; 90)
K4.1 Indikator Capaian		Cukup (CK) (30 ; 50 ; 70)	Baik (B) (60 ; 75 ; 90)
K4.2 Tahapan Penelitian		Kurang (K) (10 ; 25 ; 40)	Cukup (CK) (30 ; 50 ; 70)
K5.1 Jadwal		Cukup (CK) (30 ; 50 ; 70)	Kurang (K) (10 ; 25 ; 40)
K5.2 Personalialia		Baik (B) (60 ; 75 ; 90)	Baik (B) (60 ; 75 ; 90)
K5.3 Biaya		Kurang (K) (10 ; 25 ; 40)	Baik (B) (60 75 ; 90)

3.2.3 Ranging the alternatives

Peringkat masing-masing proposal didapat dengan cara mengubah nilai performansi sintesa fuzzy dalam bentuk TFN menjadi nilai tegas (crisp) (defuzzifikasi) menggunakan metode COA. Proses defuzzifikasi hasil sintesa fuzzy alternatif PHB-1 (\tilde{R}_1) dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$BNP_1 = [(UR_1 - LR_1) + (MR_1 - LR_1)]/3 + LR_1 \quad (11)$$

$$BNP_1 = [(250,39 - 21,16) + (69,77 - 21,16)]/3 + 21,16$$

$$BNP_1 = 113,77$$

Hasil keseluruhan nilai performansi sintesa fuzzy untuk keseluruhan proposal dalam bentuk TFN dan nilai tegas ditunjukkan pada Tabel 12. Hasil tersebut menunjukkan bahwa alternatif proposal PHB-7 memiliki nilai tertinggi sedangkan alternatif proposal PHB-5 memiliki nilai terendah. Selanjutnya dari hasil akhir agregasi fuzzy ini pihak UPT P2M akan menentukan proposal mana saja yang akan disetujui dan didanai.

Tabel 12 Nilai performansi fuzzy, crips dan peringkat alternatif

Alternatif	\tilde{R}_i	BNP_i	Peringkat
PHB7	(20,85 ; 71,44 ; 255,56)	115,95	1
PHB1	(21,16 ; 69,77 ; 250,39)	113,77	2
PHB2	(20,55 ; 63,76 ; 236,72)	107,01	3
PHB6	(16,11 ; 64,48 ; 232,88)	104,99	4
PHB3	(19,53 ; 62,17 ; 216,42)	99,37	5
PHB4	(20,51 ; 61,33 ; 212,69)	98,18	6
PHB5	(18,16 ; 57,67 ; 201,05)	92,29	7

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari pengembangan model sistem pendukung keputusan kelompok untuk seleksi proposal PHB menggunakan FAHP, Geomean, dan FMCDM dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi GDSS berbasis komputer yang interaktif dan dinamis dapat meningkatkan efisiensi, efektifitas, akurasi dan objektifitas seleksi proposal PHB di UPT P2M Politeknik Negeri Malang.
2. Metode FAHP dapat diterapkan pada Aplikasi GDSS untuk penentuan bobot kriteria, sementara Geomean sebagai bagian dari FAHP berperan didalam agregasi hasil penilaian perbandingan berpasangan antar kriteria beberapa pengambil keputusan (evaluator).
3. Metode FMCDM dapat diterapkan dalam penilaian proposal, sintesa hasil keputusan, dan penentuan peringkat proposal sebagai dasar pengambilan keputusan diterima atau ditolaknya proposal PHB.
4. Hasil pengujian data proposal PHB di UPT P2M Politeknik Negeri Malang dengan beberapa kriteria dan sub kriteria menunjukkan bahwa sistem pengambilan keputusan kelompok dengan menggunakan metode FAHP, Geomean dan FMCDM terbukti dapat menghasilkan peringkat alternatif dan kepastian diterima atau ditolaknya proposal PHB yang diajukan oleh peneliti.

Saran

Penelitian ini memfokuskan pada perancangan model sistem pendukung keputusan kelompok untuk seleksi proposal PHB dengan studi kasus di UPT P2M Politeknik Negeri

Malang. Saran yang diberikan pada penelitian selanjutnya adalah mengimplementasikan model yang telah dikembangkan dalam bentuk perangkat lunak untuk membantu pengambilan keputusan secara kelompok pada proses seleksi proposal Penelitian Fundamental, Penelitian Reguler dan Jenis Penelitian lainnya. Selain itu, disarankan adanya tambahan fitur pada aplikasi yang memungkinkan pengambil keputusan dapat saling berkomunikasi secara kelompok.

Daftar Pustaka

- Chen, Hsing-hao, 2005, A Research Based on Fuzzy AHP for Multi-criteria Supplier Selection in Supply Chain, Master's Thesis, National Taiwan University of Science and Technology.
- Hsieh, Ting-Ya., Lu, Shih-Tong., Tzeng, Gwo-Hsiung., 2004, Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings, *International Journal of Project Management*, 22, 573-584.
- Karahman, Cengiz, 2008, *Fuzzy Multi Criteria Decision Making*, Springer, New York.
- Minh Ky, Chau., 2011, A Fuzzy MCDM method to select the best company based on Financial Report Anlysis, Master Dissertation, National University of Tainan.